



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 084 010** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) Int. Cl. <sup>6</sup> **G 03 H 1/18, G 02 B 5/18**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 94005774/25, 17.02.1994

(46) Date of publication: 10.07.1997

(71) Applicant:  
Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie  
"Gosudarstvennyj institut prikladnoj optiki"

(72) Inventor: Lukin A.V.,  
Lukina T.A., Njushkin A.A., Skochilov A.F.

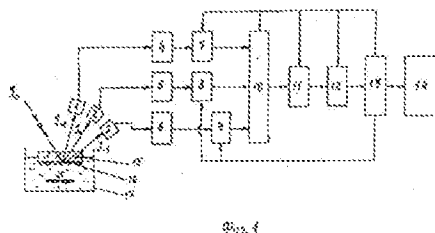
(73) Proprietor:  
Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie  
"Gosudarstvennyj institut prikladnoj optiki"

(54) **PROCESS OF MANUFACTURE OF DIFFRACTION OPTICAL ELEMENT**

(57) Abstract:

FIELD: optics, inspection of parameters of microrelief of diffraction optical element immediately in process of its manufacture. SUBSTANCE: in agreement with proposed process of manufacture of diffraction optical element formation of specified periodic relief-phase structure is carried out its working layer simultaneously with measurement of intensity of diffracted beams and moment of finish of formation of structure is determined by results of measurement. Finish of formation of structure is determined by relation of intensities of not less than two chosen

orders of diffraction of non-actinic probing beam obtained by calculation or experiment with allowance for difference between circuit of its control from circuit where it will be used. EFFECT: facilitated manufacture. 2 dwg



RU 2 084 010 C1

RU 2 084 010 C1



(19) RU (11) 2 084 010 (13) C1  
(51) МПК<sup>6</sup> G 03 H 1/18, G 02 B 5/18

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 94005774/25, 17.02.1994

(46) Дата публикации: 10.07.1997

(56) Ссылки: 1. SU, N 1267334, кл. G 02 B 5/18, 1986. 2. Беляков Л.В. и др. Методы контроля параметров дифракционных решеток, получаемых фотохимическим травлением полупроводников.-Л.: деп. ВИНТИ N 1438-76, 1976, с. 8 и 12, рис. 1г.

(71) Заявитель:  
Научно-производственное объединение  
"Государственный институт прикладной оптики"

(72) Изобретатель: Лукин А.В.,  
Лукина Т.А., Ньюшкин А.А., Скочилов А.Ф.

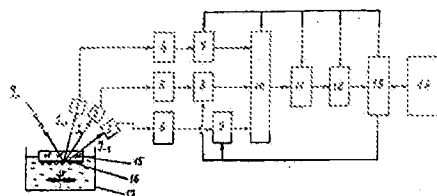
(73) Патентообладатель:  
Научно-производственное объединение  
"Государственный институт прикладной оптики"

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДИФРАКЦИОННОГО ОПТИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА

(57) Реферат:

Использование: контроль параметров микрорельефа дифракционного оптического элемента (ДОЭ) непосредственно в процессе его изготовления. Сущность изобретения: в способе изготовления ДОЭ проводят формирование заданной периодической рельефно-фазовой структуры в его рабочем слое с одновременным измерением интенсивностей дифрагированных пучков и определение момента окончания формирования структуры по результатам измерения. Окончание формирования структуры определяют по соотношению интенсивностей не менее чем

выбранных порядков дифракции неактивного зондирующего пучка, полученному расчетным или опытным путем, с учетом отличий схемы его контроля от схемы, в которой он будет использован. 2 ил.



Фиг. 1

RU 2 084 010 C1

RU 2 084 010 C1

Изобретение относится к оптическому приборостроению, а именно к изготовлению дифракционных оптических элементов (ДОЭ), преимущественно голографических дифракционных решеток, и может быть использовано для контроля параметров микрорельефа ДОЭ непосредственно в процессе их изготовления.

Известен способ изготовления голографических дифракционных решеток, включающий формирование микрорельефа и измерение интенсивности пучка в первом порядке дифракции, который дифрагирует (в отраженном свете) на микрорельефе поверхности изготавливаемой решетки [1]

Недостатком этого способа является высокая чувствительность результатов контроля к влиянию нестабильности искажающих факторов, таких как температура, состав, прозрачность и концентрация травящих растворов, мощность используемого источника излучения, температура и влажность помещений и т. п. Это не обеспечивает приемлемую для практики воспроизводимость заданных оптических характеристик ДОЭ, что особенно сказывается в условиях серийного производства дифракционных решеток. Кроме того, в этом способе контроль ведется по одному (первому) порядку дифракции, что не позволяет изготавливать ДОЭ со сложным профилем штриха.

Наиболее близким к предлагаемому способу изготовления ДОЭ является метод получения голографической дифракционной решетки, включающий измерение интенсивности в первом порядке дифракции одного из пары пучков, которые дифрагируют на микрорельефе изготавливаемой решетки, совмещенном с пучком второго порядка дифракции второго пучка этой пары, причем измерение производят при экранировании второго пучка, а измерение интенсивности во втором порядке второго пучка производят при экранировании первого пучка [2]

В соответствии с этим методом контроль параметров дифракционной решетки ведется по измерению интенсивностей двух (первого и второго) порядков дифракции пучков, дифрагирующих на микрорельефе дифракционной решетки в отраженном свете непосредственно в процессе ее изготовления. Это дает возможность изготавливать решетки с более сложным профилем штрихов, чем в предыдущем случае. Однако и здесь не решается проблема воспроизводимости оптических характеристик дифракционной решетки из-за влияния нестабильности вышеупомянутых искажающих факторов на процесс изготовления.

Технической задачей изобретения является исключение влияния нестабильности искажающих факторов на процесс изготовления ДОЭ, что позволяет обеспечить воспроизводимость их оптических характеристик.

Поставленная задача достигается тем, что в способе изготовления ДОЭ, включающего формирование заданной периодической рельефно-фазовой структуры в его рабочем слое с одновременным измерением интенсивностей дифрагированных пучков и определение момента окончания формирования структуры по результатам измерения согласно изобретению окончание

формирования структуры определяют по соотношению интенсивностей не менее чем двух выбранных порядков дифракции неактивного зондирующего пучка, требуемую величину которой находят расчетным или опытным путем с учетом отличий схемы его контроля (угол падения, длина волны зондирующего пучка и др.) от схемы, в которой он будет использован.

На фиг. 1 показана функциональная схема устройства для реализации предлагаемого способа изготовления голографической дифракционной решетки методом фотохимического травления, где 1, 2, 3 фотоприемники; 4, 5, 6 - преобразователи фототока в напряжение; 7, 8, 9 устройства выборки-хранения; 10 аналоговый коммутатор; 11 усилитель напряжения; 12 аналого-цифровой преобразователь; 13 интерфейс; 14 ЭВМ; 15 подложка; 16 микрорельеф решетки; 17 кювета с раствором.

На фиг. 2 показаны кривые экспериментального распределения отношения интенсивностей пучков дифрагированных в первом ( $I_1$ ) и нулевом ( $I_0$ ) порядках  $I_1/I_0$  в процессе изготовления голографической дифракционной решетки с пространственной частотой 1200 лин/мм, где кривая 18 травление в стандартном проявителе ПП-1 при температуре 24 °С; кривая 19 травление в стандартном проявителе при температуре 18 °С, кривая 20 травление в стандартном проявителе при температуре 24 °С, разбавленном в два раза.

Способ изготовления дифракционного оптического элемента реализуется следующим образом.

Подложка 15 с предварительно проэкспонированным светочувствительным слоем устанавливается в кювету 17 с травящим раствором светочувствительным слоем вверх или вниз. В первом случае в предложенном способе практически устраняется влияние нестабильности оптических характеристик раствора (прозрачность, коэффициент преломления и т. п.) на результаты контроля в процессе изготовления ДОЭ. Если же подложка прозрачна для зондирующего пучка, целесообразно ее расположить светочувствительным слоем вниз. В этом случае влияние оптических характеристик используемого раствора на параметры дифрагированного зондирующего пучка исключается полностью.

Проверка работоспособности предложенного технического решения проводилась на слоях фоторезиста типа СК-502, на которых регистрировались голограммные дифракционные решетки с пространственной частотой 1200 лин/мм.

В качестве источника неактивного зондирующего излучения был использован He-Ne лазер ( $\lambda$  0,6328 мкм). Держатель источника позволяет менять ориентацию зондирующего пучка относительно плоскости подложки. В процессе травления, чтобы исключить истощение используемого раствора непосредственно вблизи светочувствительного слоя, производилось непрерывное перемешивание раствора при помощи магнитной мешалки. Для исключения эффекта "плескания" раствора при его

перемешивании в области прохождения зондирующего пучка использовалась защитная стеклянная пластинка, которая погружалась в раствор приблизительно на половину своей толщины.

Дифрагированные световые пучки регистрируются фотоприемниками 1, 2, 3, преобразуются в напряжения в устройствах 4, 5, 6 и через устройства выборки-хранения 7, 8, 9, аналоговый коммутатор 10 и усилитель напряжения 11 поступают на аналого-цифровой преобразователь АЦП 12. Управление устройствами выборки-хранения 7, 8, 9, аналоговым коммутатором 10, коэффициентом усиления усилителя напряжения 11, инициализация и запуск АЦП 12, а также считывание двоичного кода с АЦП 12 осуществляется сигналами от ЭВМ 14 через интерфейс 13.

В качестве ЭВМ 14 использован персональный компьютер IBM/PC/AT со стандартной конфигурацией.

Фотоприемниками 1, 2, 3 служат фотодиоды ФД-24К. Преобразователи фототока 4, 5, 6 и усилитель напряжения 11 изготовлены на базе операционных усилителей К140УД8А. Аналого-цифровой преобразователь 12 создан на основе интегральной микросхемы К1113ПВ1А с временем преобразования 30 мкс и 10-разрядным двоичным кодом на выходе. Интерфейс 13 изготовлен на основе универсальной макетной платы.

Для управления устройством от ЭВМ 14 разработано специализированное программное обеспечение. В процессе формирования рельефно-фазовой структуры 16 цифровые коды с АЦП 12, несущие информацию об интенсивностях дифрагированных световых пучков, поступают в ЭВМ 14 и обрабатываются по заданному алгоритму. На дисплее ЭВМ 14 в это время отображается в графическом виде изменение отношения интенсивностей дифрагированных световых пучков во времени. По достижении заданного значения этого отношения ЭВМ 14 выдает сигнал, по которому формирование рельефно-фазовой структуры прекращается.

На фиг. 2 приведено семейство кривых, полученных при изготовлении одной партии голографических дифракционных решеток с синусоидальной формой профиля штриха на

слоях фоторезиста СК-502, соответствующих различным концентрациям травящих растворов (кривые 18, 20) и различным температурам используемых растворов (кривые 18, 19). Процесс травления прерывался при достижении определенного значения  $I/I_0$ , соответствующего второму максимуму на графике. Разброс спектральных характеристик в области длин волн 0,65-0,85 мкм для данных решеток не превышал 7%. Максимальная дифракционная эффективность при этом достигла 70%. При травлении контрольных решеток в аналогичных условиях без использования данного устройства разброс спектральных характеристик составляет 30%.

Кривые на фиг. 2 иллюстрируют сложный характер изменения во времени отношения  $I/I_0$  в процессе формирования микрорельефа голографической дифракционной решетки.

Для изготовления решеток с отличным от синусоидального профиля штриха необходимо регистрировать интенсивности пучков более чем в двух порядках дифракции.

Изобретение может быть использовано при изготовлении ДОО, в первую очередь голографических дифракционных решеток, получаемых как методом фотохимического травления ("мокрое" травление), так и при формировании периодической рельефно-фазовой структуры методом "сухого", например ионного, травления.

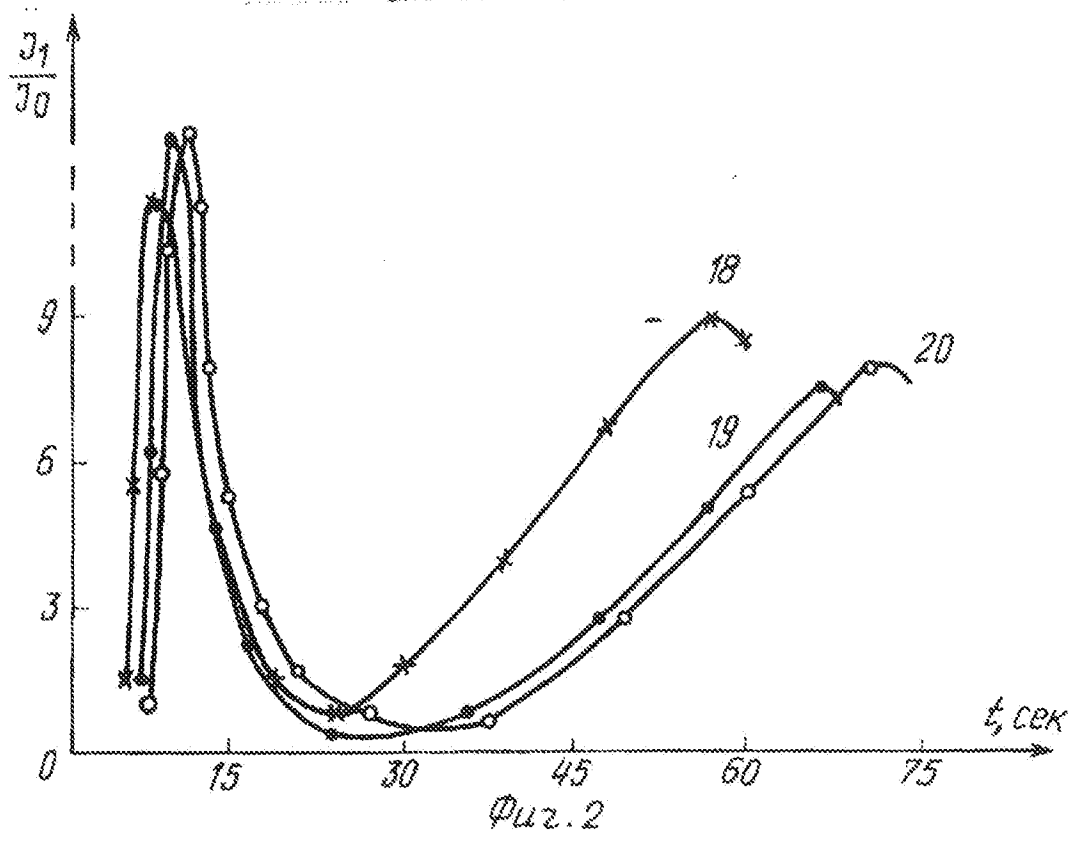
#### Формула изобретения:

Способ изготовления дифракционного оптического элемента, включающий формирование заданной периодической рельефно-фазовой структуры в его рабочем слое с одновременным измерением интенсивностей дифрагированных пучков и определение момента окончания формирования структуры по результатам измерения при достижении заданных оптических характеристик дифракционного элемента, отличающийся тем, что окончание формирования структуры определяют по соотношению интенсивностей не менее чем двух выбранных порядков дифракции неактивного зондирующего пучка, при этом заданное значение соотношения находят расчетным или опытным путем.

RU 2084010 C1

RU 2084010 C1

RU 2084010 C1



RU 2084010 C1